

Das Elektrokardiogramm
während der Operation
von Gehirngeschwülsten

Hubert Hofmann

Aus der Nervenlinik der Universität München

Direktor: Professor Dr. Kurt KOLLE

DAS ELEKTROCARDIOGRAMM WÄHREND DER OPERATION
VON GEHIRNGESCHWÜLSTEN

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät der

Ludwig - Maximilians - Universität

zu München

vorgelegt

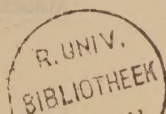
von

Hubert Hofmann

aus

München

1959



5349/60

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent:	Prof. Dr. K. Decker
Koreferent:	Prof. Dr. K. Kolle
Dekan:	Prof. Dr. Schwiegk

Tag der mündlichen Prüfung: 21. 12. 1959

Meinen lieben Eltern in

Dankbarkeit

DAS ELEKTROCARDIOGRAMM WÄHREND DER OPERATION VON GEHIRNGESCHWÜLSTEN

Hirngeschwülste können zu recht komplexen, vegetativen Erscheinungen führen, deren Ursachen bisher noch nicht näher geklärt werden konnten. In diesem Zusammenhang denkt man besonders an die sogenannte zentrale Atemlähmung, die zum plötzlichen Tode des Patienten führen kann.

Es ist aber bekannt, daß bei Patienten mit Gehirntumoren auch Veränderungen des EKG vorhanden sein können (ASCHENBRENNER und BODECHTEL)¹⁾. Ebenso weiß man, daß bei operativen Eingriffen am Gehirn, vor allem bei langdauernden Geschwulstoperationen, cardiovaskuläre Veränderungen auftreten. Unter den gewöhnlichen, bis vor kurzem ausschließlich geübten Narkosebedingungen konnte die laufende Registrierung von EKG-Ableitungen, wie sie hauptsächlich die Arbeit von UMBACH und SCHEFFEL^{25, 28)} zeigt, für den Ablauf oder die Gestaltung der Operation keine wesentliche praktische Bedeutung erlangen.

Diese Sachlage änderte sich jedoch, als mit Einführung der respiratorisch kontrollierten Anästhesie die Spontanatmung des Patienten unterdrückt wurde. Damit fiel einer der wichtigsten Indikatoren für das Wohlbefinden des Patienten während des operativen Eingriffes an lebenswichtigen Centren. Man war also bei der Operation an den basalen Strukturen, hauptsächlich im Bereich des 4. und 3. Ventrikels sowie an der A. cerebri anterior auf die Kontrolle der Pulsfrequenz angewiesen.

Unter diesem Gesichtspunkt soll die praktische Bedeutung laufender EKG-Kontrollen während der Operation bei großen neurochirurgischen Eingriffen untersucht werden. Gleichzeitig mit dem EKG wurde auch das EEG fortlaufend registriert. Sämtliche Operationen wurden in Narkose mit kontrollierter Beatmung mittels des ENGSTRÖM-Respirators durchgeführt. Die Aufzeichnungen der EKG- und EEG-Ableitungen begann nach der Prämedikation (100 mg Dolantin u. 1/2 mg Atropin, gelegentlich 0,3 mg Scopolamin) noch vor der Narkoseeinleitung. Zum Vergleich lagen außerdem EKG-Streifen vor, die meistens einen Tag vor dem Operationstermin angefertigt worden waren.

Die Narkose selbst wurde mit intravenös verabreichtem Penthotal eingeleitet. Bevor sie mit Lachgas-Sauerstoff fortgesetzt wurde, intubierte man mit Subcynylcholin. Vor der Intubation war mit dem Atembeutel nach eingetretener Atemlähmung etwas hyperventiliert worden. Unmittelbar nach der Intubation

erfolgte der Anschluß des Patienten an den ENGSTRÖM-Respirator. Durch diesen wurde dann ein Gemisch von Lachgas-Sauerstoff, meist im Verhältnis 2 : 1 zugeführt. Die Narkose wurde mit kleinen Penthotalgaben unterhalten und zur Ruhigstellung des Patienten noch Subcynylcholin im Dauertropf verabreicht. Die Patienten erhielten also immer nur kleinste Mengen von Penthotal. In allen Stadien der Operation erlaubten die laufenden EEG-Kontrollen eine ständige Überwachung der Tiefe der Penthotalnarkose. Die Kopfhaut der Patienten wurde jeweils mit Novocain infiltriert, dem am Anfang dieser Untersuchungsreihe noch Noradrenalin beigegeben worden war. Außerdem wurde der Blutdruck mit einer Armmanschette häufig kontrolliert. Die Temperatur des Patienten überwachte man während des ganzen Operationsverlaufes mit einem rektal angebrachten Widerstandsthermometer. Auch wurde immer auf angepaßten Blutersatz geachtet. Nach diesem Schema verliefen ohne wesentliche Abweichungen alle in dieser Reihe durchgeführten Operationen, die mit einer Ausnahme (Epilepsieoperation) bei Patienten mit Gehirntumoren durchgeführt wurden.

Durch eine Vielfalt tierexperimenteller Untersuchungen erhielten wir ein umfangreiches Wissen über die verschiedensten Störungen der Erregungsbildung und -ausbreitung am Herzen bei Irritationen des Z. N. S. So fanden BEATTI und Mitarbeiter ²⁾ bei einer elektrischen Reizung des caudalen sympathischen Hypothalamusbereiches von Katzen das Auftreten von Tachykardien und ventrikulären Extrasystolen, das durch eine Stellatumresektion kupiert werden konnte. Auf der anderen Seite reagierte der parasympathische Hypothalamusanteil auf derartige Reize mit dem Erscheinen von Reizleitungsstörungen zwischen Vorhof und Kammer, einer herabgesetzten Erregbarkeit und auch Bradykardien. Diese Veränderungen waren jedoch durch Atropingaben oder eine periphere Vagusdurchschneidung zur Rückbildung zu bringen. Van BOGAERT ⁴⁾ konnte bei seiner Untersuchung an Hunden je nach Reizung der sympathischen oder parasympathischen Zentren des Hypothalamus Rhythmusstörungen, Verlängerungen der Überleitungszeit und hohe P- und T-Wellen beobachten. Nach Injektion von physiolog. Kochsalzlösung in den 4. Ventrikel des Frosches (CLEMENTI ⁹⁾ und MOLLICA ¹⁸⁾) zeigten sich Hirndruckzeichen und anschließend polytope ventrikuläre Extrasystolen, die auch bei einer momentanen Reizung mit Gleichstrom im selben Bereich in Erscheinung traten. In ähnlicher Weise erreichten andere Autoren (PARISCENTI und BRENDA) ²¹⁾ durch Kochsalzinjektionen in die große Hinterhauptzisterne von Hunden zuerst Bradykardien und hohe zeltförmige T-Zacken, nach weiterem Anstieg des Gehirndruckes Bigeminien und "Heteropien", die mit Sinustachykardien und av-Dissoziationen abwechselten.

DIKSHIT ¹⁰⁾ seinerseits registrierte Kammer-Extrasystolen bei Katzen nach Einspritzung von Coffein in das Ventrikelsystem. Während des Auftretens dieser

Extrasystolen zeigten die regulären Schläge außerdem St-Senkungen und negative T-Zacken. Nach Gaben von Na-Veronal waren weniger Extrasystolen zu verzeichnen, und die T-Zacken der normalen Schläge wurden positiv.

Ähnliche Untersuchungen anderer Autoren SACCHI,²⁴⁾ WATTS und FULTON,²⁹⁾ SCHOTT²⁶⁾ brachten ebenfalls nach centralnervösen Reizen eine Beeinflussung der Herztätigkeit in der verschiedensten Form. Hierher gehören auch noch Versuche von KORTH, WEINBERG und MARX,¹⁵⁾ die K-Strophantin-Böhringer in die Seitenventrikel eines nicht-narkotisierten Hundes injizierten. Anschließend zeigte sich zunächst ein Anstieg der Sinusfrequenz, dann gehäufte Kammer-Extrasystolen mit gleichem Ursprungsort und schließlich eine hochgradige Kammer-tachykardie. Intraventrikulär gegebenes Evipan hob die Strophantinwirkung sofort auf.

Nicht lange nach dem Erscheinen der ersten tierexperimentellen Untersuchungen folgten auch klinische Beobachtungen über EKG-Veränderungen bei Patienten mit Gehirntumoren. ZARADY³⁰⁾ beschrieb erstmals das Bestehen eines sinusventrikulären Blockes Typ 2 bei einem Patienten mit erhöhtem Gehirndruck.

Auch ASCHBRENNER und BODECHTEL¹⁾ berichten über beobachtete EKG-Veränderungen bei einer Reihe von jungen und herz- und kreislaufgesunden Patienten mit Hirngeschwülsten oder anderen Erkrankungen des Z. N. S. Die beiden Autoren stellten bei diesen Patienten elektrographische Rhythmusstörungen, Extrasystolen und Veränderungen des Kammerendteiles fest.

Außerdem sahen mehrere Autoren (BRAMWELL,⁵⁾ LUCKE,¹⁷⁾ RAABE²³⁾ sowie NADAS und seine Mitarbeiter¹⁹⁾) nach Schädeltraumen das Auftreten von kardiovaskulären Störungen. HAY und JONES¹³⁾ sowie BRAMWELL⁵⁾ fanden Vorhofflimmern bei ihren Fällen, LUCKE¹⁷⁾ im Anschluß an eine schwere Gehirnerschütterung eine dauernde Rhythmusstörung mit heterotopen Schlägen (meistens Vorhof- aber auch Knoten- und Kammer-Extrasystolen), NADAS und seine Mitarbeiter¹⁹⁾ eine paroxysmale ventrikuläre Tachykardie bei einer Hinterhauptsfaktur. RAABE²³⁾ hingegen sah nach einer Contusio cerebri eine Tachykardie und Hypertension entstehen. In allen diesen Fällen konnte eine organische Herzerkrankung ausgeschlossen werden.

UMBACH und SCHEFFEL²⁸⁾ führten bei 25 Patienten mit Gehirntumoren vor, während und nach operativen Eingriffen EKG-Untersuchungen durch. Bei 10 Fällen von Prozessen in der hinteren Schädelgrube, von denen vier schon präoperativ gewisse ST-Senkungen aufwiesen, registrierte man während der Operation bei vier Personen Tachykardien, bei drei Patienten Bradykardien bei Druck oder Zug an der Medulla oblongata. Alle Operierten zeigten am 2. - 3. Tag post

operationem ausgeprägte Veränderungen der Erregungsrückbildung, sowie gehäufte Rhythmus- und Überleitungsstörungen, in 2 Fällen auch ein Negativwerden von P₂ und P₃. Eine Normalisierung der St-T-Veränderungen war nach Durchführung einer lumbalen Druckentlastung zu verzeichnen. Zwischen dem 7. und 24. Tag post operationem bildete sich in 5 Fällen der pathologische elektrokardiographische Kurvenverlauf zum präoperativen Ausgangsbefund zurück. Bei weiteren 10 Fällen von Operationen am Großhirn, einschließlich solcher von hypophyseren und sellanahen Tumoren, ließen die präoperativen EKGs in 2 Fällen St-Senkungen und T-Abflachungen erkennen. Eine direkte Hypothalamusreizung durch einen Zug am Hypophysenstiel während der Operation verursachte eine vorübergehende Bradykardie. Auch in diesen Fällen beobachteten die beiden Autoren post operationem pathologische Veränderungen des Kammerendteiles, die sich spätestens bis zum 10. Tag p. o. wieder zurückgebildet hatten. Bei einem zerfallenden Gliom kam es im Anschluß an eine minimale knochenentlastende Operation zum Auftreten polytoper Extrasystolen, zeitweilig sogar zu einer av-Dissoziation. Durch Gaben eines Sympathicolyticums (Phenothiazin) konnte kurzfristig eine Sinustachykardie erzielt werden.

GILLMANN und Mitarbeiter ¹²⁾ berichtete von seinen Erfahrungen mit fortlaufenden EKG-Registrierungen bei 8 neurochirurgischen in Hypothermie durchgeführten Eingriffen von insgesamt 100 Patienten, von denen der größte Teil wegen eines angeborenen Herzfehlers operiert worden war. Die Autoren fanden bei drei neurochirurgischen Fällen Vorhofflimmern. Die Durchschnittswerte für die Überleitungszeit, der QRS- und QT-Zeit lagen deutlich unter denjenigen mit Vorhofseptumdefekten, Pulmonalstenosen und Fallot'scher Trilogie. Dabei muß aber berücksichtigt werden, daß diese Zeitintervalle eine ziemliche individuelle Schwankungsbreite, außerdem bei fortschreitender Abkühlung eine Verlängerung aufweisen. In drei Fällen sahen sie geringe Abweichungen der Erregungsrückbildung, auch nach Wiedererwärmung.

LEVINE ¹⁶⁾ führt einen anderen interessanten Fall an, bei dem erst postmortem ein rupturiertes Aneurysma des Circulus WILLISI gefunden werden konnte. Zuvor hatten bei der Klinikaufnahme des bewußtlosen Patienten entsprechende EKG-Veränderungen zur Verdachtsdiagnose entweder eines Myocardinfarktes oder auch einer Pericarditis geführt. Für diese beiden Diagnosen war aber dann bei der Sektion weder makro- noch mikroskopisch ein Anhalt zu gewinnen.

POOL ²²⁾ verglich in seiner Arbeit die Verschiedenheit und Häufigkeit von EKG-Veränderungen bei unterschiedlichen Narkosebedingungen und Körpertemperaturen während der Operation von 30 Patienten mit intracraniellen Prozessen. In Hypothermie und bei geringer Narkosetiefe beobachtete er in fünf Fällen das

Auftreten von Störungen der nomotopen und heteotopen Reizbildung, sowie der Reizrückbildung, wenn man einen Lagewechsel des Kopfes, eine Freilegung der Art. carotis am Halse, eine Eröffnung der Dura oder Manipulationen an einem intracraniellen Aneurysma durchführte. Weitere EKG-Veränderungen konnten aber bei zwei dieser Fälle durch zusätzliche Penthotalgaben dann vermieden werden. Bei fünf anderen Patienten traten bei einer gleich am Anfang gegebenen tieferen Penthotalnarkose, aber denselben Hypothermieverhältnissen überhaupt keine wesentlichen Kurvenabweichungen im EKG mehr auf.

Wurden die Operationen bei normaler Körpertemperatur und unter einer allgemeinen oder lokalen Narkose ausgeführt (11 Fälle), dann konnte POOL ²²⁾ nur selten geringe Irregularitäten im EKG feststellen; meistens sah man lediglich einen Frequenzrückgang bei der Retraktion des Gehirns oder bei intracraniellen Eingriffen am N. Glossopharyngicus und N. Vagus. Auch operative Manipulationen an der Dura, der hinteren Wurzel des N. Trigeminus oder im Bereich des Circulus Willisi ergaben Verformungen der P-Zacke, eine Extrasystolie oder auch einen Frequenzwechsel. Bei allen chirurgischen Eingriffen (14 Fälle) an oberflächlichen Gefäßen der Großhirnrinde, sowie an den anderen Gehirnnerven waren nach den Angaben von POOL EKG-Veränderungen nicht zu registrieren; auch Narkose-mittel und -tiefe, sowie die Körpertemperatur spielten dabei keine Rolle.

Einige interessante Beispiele aus den 30 Fällen dieser Untersuchungsreihe sollen in ihrem elektrocardiographischen Verlauf während der Operation geschildert werden. Einen vollständigen Überblick über sämtliche dabei beobachteten EKG-Veränderungen in dieser Reihe verschafft jedoch die Tabelle.

Fall O. R.: Eine 36-jährige Frau mit einem intraventrikulären Tumor, der durch eine frontale Craniotomie freigelegt wird. Im EKG vor der Operation sieht man einen angedeuteten Linkstyp bei einem sonst unauffälligen Kurvenverlauf. Unmittelbar nach der Intubation kommt es zum Auftreten von Kammer-Extrasystolen nach Art einer Bigeminie. Auch bei der Beatmung treten noch weitere ES mit einem sechselnden Reizbildungszentrum auf. Im ganzen bleibt die Extrasystolie 39 Sek. lang bestehen. Bei künstlicher Beatmung mit dem ENGSTRÖM-Respirator beobachtet man dann ST-Senkungen und T-Abflachungen in AbI, I und II, die sich nach Penthotalgaben etwas zurückbilden. Sie bestehen in geringem Grade bis zum Operationsende und verstärken sich nochmals beim Wiederauftreten der Spontanatmung.

Fall P. K.: 50-jähriger Mann mit einer Epilepsie, bei dem bei der Operation alte Kontusionsherde im Temporallappen nachgewiesen werden.

Im präoperativen EKG findet sich ein Steiltyp, aber kein pathologischer Erregungsablauf. 10 Sek. nach der Intubation Auftreten zweier Kammer-Extrasystolen. Bei künstlicher manueller Beatmung nimmt die Höhe der R-Zacke in Abl. II zu, in Abl. I hingegen ab; auch wird P II stärker positiv. Diese Veränderungen bedeuten, daß der Lagetyp jetzt viel stärker nach rechts gerichtet ist. Nach Vornahme der Lokalanästhesie, die Noradrenalin enthält, sieht man mehrere Kammer-Extrasystolen auftreten. Nach Anlegen des ENGSTRÖM-Respirators finden sich ebenfalls weitere Kammer-ES, außerdem ist ein Frequenzrückgang zu verzeichnen.

Fall M. Kn.: 40 Jahre alter Mann mit Metastasen im rechten Temporallappen und im Septum. Erstere kann operativ entfernt werden. Histologisch wird sie als vermutliche Melanosarkometastase identifiziert.

Bereits im EKG vor der Operation stellen sich ganz gering gesenkte Zwischenstrecken in allen Extrem.-Abl. und abgeflachte T-Zacken in Abl. I und II dar, T III verläuft diphasisch. Nach der Prämedikation wird eine einzelne Kammer-Extrasystole sichtbar.

Beim Einsetzen der künstlichen manuellen Beatmung und gleichzeitigen Lysthenongaben tritt ein Wandel vom Links- zum Steiltyp ein, d. h. der Lagetyp wird rechtstypisch. Außerdem erkennt man geringgradige ST-Senkungen und stärkere T-Abflachungen. Letztere sind jedoch geringer ausgeprägt als bei der ersten manuellen Beatmung. Nachdem mit dem ENGSTRÖM-Respirator die Beatmung durchgeführt wird, verschwinden diese Veränderungen wieder. Später sieht man bei zurückkehrender Spontanatmung nochmals intermittierend einen Steiltyp auftreten. Daneben fallen noch zwei einzelne Kammer-ES ein, die ST-Strecken verlaufen außerdem stärker gesenkt, T I ist flach positiv und T II diphasisch.

Fall J. F.: Teilentfernung eines Meningeoms am Boden der mittleren Schädelgrube bei einem 49-jährigen Mann.

Präoperatives EKG: Sinusbradykardie mit einer Frequenz um 48/Min. Linkstyp. In den Extrem.-Abl. normaler Erregungsablauf. Nach der Prämedikation stellen sich muldenförmige Senkungen der Zwischenstrecken ein. Der Intubation folgt

im EKG ein Höherwerden der R-Zacke in Abl. II unter gleichzeitigem Kleinerwerden von R I, dabei sind auch die P-Zacken, vor allem in Abl. II höher geworden. Diese Veränderungen bestehen nur kurzfristig. Anschließend gleicht die Kurve wieder dem Ausgangsbefund. Die Freilegung von Teilen des Tumors hat keine wesentlichen elektrocardiographischen Veränderungen zur Folge. Erst kurz vor dem Operationsende treten in Abl. I und II deutliche ST-Senkungen und geringe T-Abflachungen auf. Zu diesen Veränderungen des Kammerendteiles kommt außerdem ein Frequenzanstieg hinzu. Beim Einsetzen der Spontanatmung hält die Tachykardie an. Weiterhin bestehen dann wieder Veränderungen im Sinne eines stärker nach rechts gerichteten Lagetyps.

Fall H. K.: Entfernung eines Tumors im Bereich des 3. Ventrikels bei einem 24-jährigen Mann.

Sinusthymus und Steiltyp im präoperativen EKG. Daneben verläuft ST III eine Spur gesenkt, T I und T II sind positiv, T III flach positiv.

Die manuelle Beatmung verursacht keine wesentlichen Abweichungen im EKG. Als man den ENGSTRÖM-Respirator nochmals anlegen muß, kommt es zu Veränderungen der Erregungsrückbildung (St-Senkungen in Abl. III und Abflachung von T in Abl. I und II). Wenige Minuten später nehmen diese pathologischen Veränderungen bei gleichzeitigem Frequenzanstieg noch zu: ST II verläuft jetzt auch gesenkt, die ST-Senkung in Abl. III nimmt zu und die T-Zacken in Abl. I und II werden allmählich negativ. Andererseits werden die P-Zacken etwas höher (frequenzbedingt?). Nach einigen weiteren Minuten bilden sich sämtliche Veränderungen einschließlich der Tachykardie wieder zurück. Bei Rückkehr der Spontanatmung stellen sich nochmals St-Senkungen und diphasische T-Zacken in allen Abl. ein.

Fall H. S.: Im EKG vor der Operation findet sich ein Sinusrhythmus und Steiltyp. S_1 - Q_3 -Typ. Die Zwischenstrecken sind in Abl. I und II gesenkt, die T-Zacken in Abl. I und II positiv, in Abl. III negativ. In Abl. III außerdem deutliche U-Welle.

Nach lokaler Anästhesie mit Noradrenalinzusatz geringer Frequenzanstieg. Die St-Senkungen nehmen in Abl. I und II nach Operationsbeginn zu und sind auch jetzt in Abl. III vorhanden. Die T-Zacken in Abl. I und II werden etwas flacher. Bei der Eröffnung der Dura tritt ein deutlicher Frequenzrückgang auf. Die Abweichungen des Kammerendteiles bilden sich wieder weitgehend zurück. Im übrigen bis zum Operationsende keine wesentliche Befundänderung zu verzeichnen.

TABELLE: Übersicht über die verschiedenen EKG-Veränderungen während der einzelnen Operationsstadien.

	Frequenzwechsel Bradyk. Tachyk.	Kammer- ES	Formwechsel von P	ST - Senkung	Veränderung der Erreg.-Rückb.	Lagewechsel nach rechts
Nach der Prä- medikation		1		1		
Bei Operations- beginn	14					
Am Engström	1	2			2	
Novocaininf. mit Adr.	1	1				
Novocaininf. ohne Adr.	1					
Nach Dura- Eröffnung	1					
Während d. Operation	1				2	
Bei Spontan- atmung	1				3	2
Intubation	1	2	1			1
Mannuelle Beatmung		1			2	2

Bei etwa der Hälfte der Patienten war beim Operationsbeginn ein gewisser Frequenzanstieg im Vergleich zu den Werten an den der Operation vorausgehenden Tagen zu erkennen. Diese Tatsache dürfte weniger auf die Prämedikation als vielmehr auf psychogene Einflüsse in Verbindung mit der bevorstehenden Operation beruhen. Eine Bradykardie bei der Duraeröffnung, wie sie öfters POOL ²²⁾ beobachten konnte, fand sich in dieser Untersuchungsreihe nur einmal. Sonst war ein deutlicher Frequenzrückgang lediglich beim Anlegen des ENGSTRÖM-Respirators und bei der Vornahme einer Novocaininfiltration in je einem Falle festzustellen. Kammer-Extrasystolen fanden sich hauptsächlich nach der Intubation und der Beatmung durch den ENGSTRÖM-Respirator, selten aber auch nach der Prämedikation, bei künstlicher manueller Beatmung und nach Eintritt der Spontanatmung. Im Falle von Frau O. R. blieb eine sofort nach der Intubation vorhandenen Extrasystolie nach Art einer Bigeminie noch während der künstlichen Beatmung bestehen. Als Ursache für die Entstehung der Kammer-Extrasystolen während der Intubation und vielleicht auch während der künstlichen Beatmung kann man sich die Erregung vagaler Reflexmechanismen über sensible Geflechte im Bereich des Carotissinus, des Schlundes und der oberen Luftwege vorstellen. POOL ²²⁾ führt in Anlehnung an die Auffassungen von BEST und TAYLOR ³⁾ sowie von BURSTEIN ⁸⁾ Änderungen des Rhythmus und der Frequenz auf eine Vielfalt von centralnervösen und peripher-nervösen Reizen zurück; daneben spielen nach seiner Meinung auch mechanische Momente eine Rolle, wenn die basalen Gehirnarterien in das Operationsgebiet mit einbezogen sind.

In fünf Fällen kam es zu einem plötzlichen aber vorübergehenden Wechsel des Lagetyps nach rechts während der Operation. Je zweimal wurde nach manueller Beatmung und nach Anwendung des ENGSTRÖM-Respirators der Kurvenverlauf im EKG deutlich rechtstypischer. Aber auch nach längerer Spontanatmung traten in einem Fall derartige Veränderungen auf.

Anscheinend kommt es während der künstlichen Beatmung zu einer Überblähung der Lunge, wodurch ein Lagewechsel des Herzens nach rechts herbeigeführt wird. Vielleicht ist es in dem anderen Fall bei der Rückkehr der Spontanatmung zu einer Lungenüberblähung bis zum Wiedereinspielen des regelrechten Atemrhythmus gekommen.

Pathologische Veränderungen der Erregungsrückbildung beobachtete man bei künstlicher Beatmung (vier Fälle) und nach Rückkehr der Spontanatmung (drei Fälle). Darüber hinaus konnten ST-T-Abweichungen auch ohne ersichtlichen Grund während der Operation in zwei weiteren Fällen festgestellt werden.

UMBACH und SCHEFFEL ²⁸⁾ glauben, daß die pathologischen Veränderungen des Kammerendteiles ebenso wie die anderen Störungen im wesentlichen durch

einen Druck "auf die autonomen Regulationssysteme" bedingt sind. Dieser Druck rührt entweder von den Tumormassen oder von einer Gehirnschwellung her. Mit einer vor allem postoperativ auftretenden Hirnschwellung erklären sich die Autoren die von ihnen während der ersten Tage post operationem beobachteten Abweichungen der Erregungsrückbildung. Diese Auffassung unterbauen UMBACH und SCHEFFEL nicht nur durch die nach einer lumbalen Entlastung eintretenden Rückbildung dieser EKG-Veränderungen, sondern auch ihre Provokation im Tierexperiment. Diese können nämlich bei einer Katze durch einen künstlich hervorgerufenen Gehirndruck erzeugt werden.

Auf Grund der Erfahrungen mit laufenden EKG-Registrierungen bei den geschilderten 30 neurochirurgischen Eingriffen traten also hauptsächlich Frequenzänderungen, Kammer-Extrasystolen, ein Lagetypwechsel nach rechts und Veränderungen des Kammerendteiles auf. Zu akut bedrohlichen cardiovaskulären Operationszwischenfällen kam es jedoch in dieser Untersuchungsreihe nicht. Zu ihnen zählen vor allem das Auftreten von Vorhof- (GILLMANN, ¹²) POOL) ²²) und Kammerflimmern (JAMIESON), ¹⁴) wie es die verschiedenen Autoren bei neurochirurgischen Operationen beobachtet hatten.

Doch läßt das Fehlen schwerer EKG-Veränderungen unter diesen 30 Patienten keineswegs den Schluß zu, daß sich fortlaufende EKG-Kontrollen bei Gehirnoperationen unter respiratorisch kontrollierter Anästhesie erübrigen könnten. Die laufenden EKG-Registrierungen ermöglichen nicht nur das rasche Erkennen bedrohlicher cardialer Störungen und damit den sofortigen Einsatz der entsprechenden therapeutischen Gegenmaßnahmen, sondern sie stellen gerade bei Operationen in Hypothermie eine noch bedeutungsvollere, fast unentbehrliche Hilfe dar. Wie nämlich die Beobachtungen von POOL zeigen, wobei er sich noch auf die Erfahrungen anderer Autoren (NARDONE und Mitarbeiter, ²⁰) SWAN und ZEAVIN) ²⁷) stützt, scheinen in Hypothermie die verschiedensten Irritationen des Herzens vermehrt vorzukommen, insbesondere wenn die Anästhesie nicht tief genug ist. Bei zu leichter Narkose können nach der Auffassung von POOL nervöse Impulse zum Herzen gelangen und dort Störungen auslösen. Ein höher dosiertes Anästheticum blockiert aber die Nervenbahnen gegenüber solchen Impulsen. Des weiteren können noch andere Faktoren bei Operationen in Hypothermie zu cardialen Alterationen führen, wie die direkte Kälteeinwirkung auf das Herz, eine gesteigerte Neigung zur Auslösung komplexer nervöser Mechanismen und die Ausschüttung von Adrenalin.

FRUCHT ¹¹) geht sogar noch einen Schritt weiter, wenn er an Hand seiner tierexperimentellen Untersuchungen außer der fortlaufenden EKG- und Blutdruckkontrolle noch die ständige Registrierung des Phonocardiogramms empfiehlt.

Die Vorteile der Phonocardiographie sieht FRUCHT in der Möglichkeit, frustrierte Kontraktionen des Herzens durch das Fehlen des 2. Herztones zu erkennen sowie Rückschlüsse über die Füllung des linken Ventrikels zu erlangen.

Fortlaufende EKG-Registrierungen haben aber zusammen mit der ständigen Blutdruckkontrolle genügend Aussagekraft, um bei neurochirurgischen Eingriffen lebensbedrohliche Störungen des Herzens festzustellen. Das gleichzeitige Mitschreiben eines Phonocardiogramms steht zumal in keinem vergleichbaren Wert zu dem zusätzlichen apparativen Aufwand und zu der verringerten Übersicht für das Operationsteam. Diese Faktoren müssen im Rahmen einer großen Operation auch berücksichtigt werden.

Neben einigen allgemeinen Bemerkungen über die EKG-Registrierung während des operativen Eingriffes möchten wir abschließend in einer zusammenstellenden Darstellung auf die wichtigsten cardio-vaskulären Komplikationen aufmerksam machen, wie sie nach den Erfahrungen aus dieser Reihe von 30 Fällen und aus der Literatur auftreten können.

Einige Tage vor dem Operationstermin ist im Rahmen einer gründlichen Überprüfung der Herz- und Kreislaufverhältnisse des für die Operation vorgesehenen Patienten ein Elektrokardiogramm mit der Durchführung von den Standardableitungen, nötigenfalls auch von den Brustwandableitungen unbedingt erforderlich.

Leider ist während der Operation die forlaufende Registrierung mehrerer EKG-Ableitungen zur selben Zeit wegen des Mangels an freien Kanälen in dem direkt schreibenden Gerät nicht möglich, denn es werden die restlichen Kanäle zur Aufzeichnung des Elektroencephalogramms benötigt. Man muß sich deshalb auf eine Extremitätenableitung beschränken. Zu ihrer Ableitung verwendet man sogenannte Stechelektroden, die bei den operativen Manipulationen besser haften. Sie werden in den M. quadriceps am Oberschenkel und in den M. deltoideus am Oberarm eingestochen. Es ist nicht bekannt, daß aus dieser Abweichung von den üblichen Anlegepunkten der Elektroden oberhalb der Knöchel- und Handgelenke wesentliche EKG-Veränderungen, insbesondere des Lagetyps resultieren können.

Als wesentlichste cardiovasculäre Veränderungen möchte man durch die fortlaufende EKG-Registrierung das Auftreten von Reizbildungs- und Reizleitungsstörungen, sowie einer Hypoxie des Herzmuskels während der Operation erkennen. Die Erkennung derartiger Komplikationen ist in einer vorliegenden Extremitätenableitung durchaus möglich. Dafür ist wahrscheinlich die Ableitung 3

(linker Fuß - linker Arm) am besten geeignet, wenn auch der Kurvenverlauf der Ableitung 1 (rechter Arm - linker Arm) dieselben Rückschlüsse zuläßt. Im übrigen ist eine vorübergehende Umschaltung auf eine andere Extremitätenableitung, z. B. auch auf die Ableitung 2 (rechter Arm - linker Fuß) möglich, da die Elektroden für alle drei bipolare Extremitätenableitungen vorhanden sind.

Zum Beginn einer Myocardhypoxie machen sich oft ST-Senkungen bemerkbar, die dann im Vollbild muldenförmigen Charakter annehmen. Gleichzeitig oder etwas später sieht man Veränderungen der T-Zacke, die zuerst mit einer Abflachung beginnen, schließlich eine Diphase und terminale Negativität zeigen können. Es braucht jedoch nicht zu der vollständigen Ausbildung dieser Veränderungen kommen, die jeweils von dem Grad des Sauerstoffmangels des Herzmuskels abhängen.

Bevor man sich zu der Diagnose einer operationsbedingten Hypoxie des Herzmuskels entschließt, sollte man das Vorliegen eines Frequenzanstieges ausgeschlossen haben, da Tachykardien ebenfalls zu Veränderungen des Kammerendteiles führen können. Natürlich müssen durch das präoperative Elektrokardiogramm und die Anamnese das Bestehen von pathol. ST-T-Veränderungen durch eine Coronarinsuffizienz, sowie durch eine Digitalis- bzw. Strophantisierung geklärt sein.

Nicht selten finden sich während der operativen Eingriffe Rhythmusstörungen der verschiedensten Art. Wie bei allen Operationen, sieht man auch bei solchen am Gehirn einen Anstieg der Herzfrequenz bis auf Werte um 100 - 120/Min. Sie sind meistens durch die psychische "Stress"-Situation vor der Operation bedingt, können aber auch von den zur Operationsvorbereitung verwendeten Medikamenten herrühren, vor allem wenn sie Adrenalin enthalten. Manchmal können auch bei der Duraeröffnung oder anderen Manipulationen am Gehirn vorübergehende Bradykardien auftreten.

Andere während der Operation mögliche Rhythmusstörungen stellen die verschiedenen Arten von Extrasystolen (Vorhof- Knoten- oder Ventrikelextrasystolen) dar. Man beobachtet sie entweder einzeln oder salvenartig, selten auch in bestimmten Abständen mit Normalschlägen gekoppelt. Besonders bei der Intubation kann es, anscheinend durch die Auslösung eines vagocardialen Reflexes über den Carotissinus, zum Auftreten von Extrasystolen kommen.

Man muß sich auch bewußt sein, daß schwere Komplikationen, wie Vorhofflimmern oder -flattern, ebenso wie supraventrikuläre oder ventriculäre paroxysmale Tachykardien sehr selten zur Beobachtung gelangen können. Des weiteren hilft das Elektrokardiogramm mit, sofort Kammerflimmern, das leicht in Kammerflattern umschlägt, sowie einen plötzlichen Herzstillstand zu erkennen. Damit

ist eine augenblickliche Einleitung therapeutischer Maßnahmen zur Beseitigung dieser lebensbedrohlichen Zwischenfälle möglich.

Außerdem scheint bei Gehirnoperationen manchmal ein vorübergehender Lagetypwechsel nach rechts einzutreten. Zwar sieht man auch sonst selten in derselben Ableitung eine Verschiedenheit von QRS-Komplexen, die anscheinend respiratorisch bedingt ist, aber das flüchtige Erscheinen von deutlichen Zeichen eines Rechtstypes (die R-Zacke wird in Abl. 3 höher, während R_1 gleichzeitig kleiner wird) während der manuellen Beatmung bei einer Operation war bisher nicht beschrieben worden. Dieser Typenwechsel kann jedoch bei der Registrierung einer einzigen Extrem. -Abl. leicht übersehen werden, wenn auch am wenigsten in Abl. 3. Er dürfte jedoch keine wesentliche Bedeutung im Verlauf einer Operation haben, sondern nur die starke Überblähung der Lunge bei der manuellen Beatmung anzeigen. Diese Überblähung der Lunge tritt wahrscheinlich nochmals beim Eintritt der Spontanatmung auf und ist dann auch durch den Wechsel des Lagetyps im EKG erkenntlich.

Beachtet man unter den empfohlenen elektrokardiographischen Ableitungsbedingungen die oben angeführten Möglichkeiten pathologischer EKG-Veränderungen, so können sie bei ihrem Erscheinen erkannt und entsprechend ihrer Schwere therapeutisch angegangen werden. Damit dürfte eine hinreichende Gewähr gegeben sein, cardiovaskulären Komplikationen bei Gehirnoperationen, unter Umständen auch in Hypothermie durchgeführt, wirkungsvoll entgegenzutreten.

LITERATURVERZEICHNIS

- 1) Aschenbrenner, R. Bodechtel, W.:
Klin. Wschr. 17, 298, 1938.
- 2) Beatti, I. G., Brow, R., Longs, C. N.:
Res. Publ. Assoc. Nerv. a. Ment. Dis. 9, 249, 1930.
- 3) Best, C. H., Taylor, N. B.:
Physiological Basis of Medical Practice, Ed. 5, Baltimore, Williams and Wilkins Company, 1950
- 4) Bogaert, A. v.: Arch. Mal. Coeur, 29; 15, 169, 630, 1936.
- 5) Bramwell, C.: Lancet, I, 8, 1934.
- 6) Brauch, F.: Klin. Wschr. 1157, 1940.
- 7) Brow, R., Longs, C. N., Beatti, I. G.:
J. Amer. med. Assoc., 95, 715, 1930.
- 8) Burstein, C. L.: Fundamental Considerations in Anaesthesia, Ed. 2, New York, The MacMillan Company, 1955.
- 9) Clementi:
Questo bollettino, 16, 512, 1941.
- 10) Dikshit, B. B.: The Production of cardiac irregularities by excitation of the hypothalamic centers, J. Physiol., 81, 382, 1934.
- 11) Frucht, A. H.: Der Anästhesist, 8. 203, 1959.
- 12) Gillmann, H. und Mitarbeiter:
Verh. d. Deutsch. Gesellschaft f. Kreislaufforschung, 23, 162, 1957.
- 13) Hay, J., Jones H. W.:
Brit. Med. Jour., 559, 1927.
- 14) Jamieson, H. zitiert nach Pool, J. L.:
A. M. A. Archives of psych. and Neurolog., 78, 355, 1957.
- 15) Korth, C., Marx, H., Weinberg, S.:
Naunyn-Schmiederberg's Arch. f. exper. Path. und Pharm., 185, 42, 1937.

- 16) Levine, H. D.: Am. J. Med. 15, 344, 1953.
- 17) Lucke, H.: Arch. klin. Med. 180, 40, 1937.
- 18) Mollica, A.: Soc. ital. Biol. sperim., 27, 741 und 1187, 1951.
- 19) Nadas, A. S., Alimurung, M. M., Linenthal, A. J.:
Amer. Heart J., 42, 888, 1951.
- 20) Nardone, R. M., Wilber, C. G., Musacchia, X. J.:
Am. J. Physiol., 181, 352, 1955.
- 21) Pariscenti, P., Breda, R.;
Fol. card. (Milano): 3, 229, 1942.
- 22) Pool, J. L.: A. M. A. Archives of Psych. and Neurolog.,
78, 355, 1957.
- 23) Raabe: Am. Heart. J., 37, 237, 1949.
- 24) Sacchi, V.: Fisiol. e Med. 5, 403, 1934.
- 25) Scheffel, L.: Inaugural-Dissert., Freiburg, 1954.
- 26) Schott: Pflügers Arch., 234, 51, 1934.
- 27) Swan, H., Zeavin, I.: Am. Surg., 139, 385, 1954.
- 28) Umbach, W., Scheffel, L.:
Acta neurovegetativa, 12, 421, 1955.
- 29) Watts, J. W., Fulton, J. F.:
Am. Surg., 101, 363, 1935.
- 30) Zárday, L. v.: Am. Heart J., 12, 339, 1936.



L E B E N S L A U F

Ich, Hubert Hofmann, wurde am 22. Oktober 1928 in Würzburg als Sohn des Oberarztes Dr. med. Kilian Hofmann und seiner Ehefrau Helene, geborene Staub, geboren.

Die Volksschule besuchte ich vom April 1935 bis zum April 1939. Zu diesem Zeitpunkt wurde ich in die Oberschule am Gardistenplatz (Realgymnasium) in Würzburg aufgenommen, der ich bis zum Januar 1941 angehörte. Damals trat ich bei der Versetzung meines Vaters nach Lohr am Main in die dortige Oberschule über. Mein Schulunterricht wurde während der 5. Klasse am 5. Januar 1944 durch meine Einberufung zur FLAK als Luftwaffenhelfer in Schweinfurt unterbrochen. Anschließend erfolgte noch eine militärische Ausbildung beim Reichsarbeitsdienst bis zum Kriegsende. Nach Wiedereröffnung der höheren Schulen in Lohr durchlief ich die letzten Klassen, um dann im Juli 1948 die Reifeprüfung zu bestehen.

Im November 1948 begann ich mit meinem Medizinstudium an der Universität Würzburg. Nach bestandenem Physikum belegte ich auch die klinischen Semester in Würzburg und bestand im April 1955 mein medizinisches Staatsexamen.

Meine Pflichtassistentenzeit leistete ich an der Medizinischen Universitätsklinik in Heidelberg ab. An dieser Klinik blieb ich dann anschließend zu einer internistischen Ausbildung bis Ende September 1959. Mittels eines Stipendiums des "National Heart Institute of the U. S. Public Health Service" begann ich am 1. Oktober 1959 mit meiner cardiologischen Ausbildung an der Cardiologischen Abteilung des Massachusetts General Hospital von der Havard Medical School in Boston, U. S. A.

